

ВЛИЯНИЕ СОГЛАСУЮЩИХ СЛОЕВ НА ИЗЛУЧЕНИЕ И ПРИЕМ КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ

© 1999 г. С. И. Коновалов, А. Г. Кузьменко

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

197376 Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

E-mail: root@post.etu.spb.ru

Поступила в редакцию 12.03.98 г.

Анализ зарубежной литературы последних лет (см., например, [1, 2]) подтверждает сохранение интереса к исследованию импульсного режима работы пьезопреобразователей, что свидетельствует об актуальности этой темы.

При использовании согласующих слоев для расширения полосы пропускания электроакустических пластинчатых пьезопреобразователей обычно стремятся получить максимальную полосу пропускания. Этому соответствует четвертьволновый слой с такой величиной удельного акустического сопротивления, при которой амплитудная частотная характеристика имеет вид двугорбой кривой с равными максимумами и минимумом между ними на уровне 0.7 от максимального. В предыдущей работе авторов [3] показано, что такой слой для пьезокварцевой пластины позволяет примерно в 2 раза сократить длительность излучаемого импульса. Однако механическое демпфирование при равной полосе пропускания сокращает длительность импульса в 4 раза. Это говорит о недостаточной эффективности подобного согласующего слоя.

Дальнейшие исследования в этом направлении позволили обнаружить интересную особенность. Если выбрать удельное акустическое сопротивление согласующего слоя таким образом, чтобы АЧХ оставалась еще одногорбой, но была близка к тому, чтобы на ней появился провал и образовались два максимума, то длительность излучаемого импульса оказывается меньше, чем для слоя с максимальной полосой пропускания. Расчеты показали, что этому соответствует значение $z_{сл} = 3 \times 10^6$ Па с/м. Для слоя с максимальной полосой пропускания $z_{сл} = 4.8 \times 10^6$ Па с/м.

На рисунке приведены формы импульсов колебательной скорости на выходе пьезокварцевого излучателя при возбуждении его полуволной синусоидального электрического напряжения: а) $z_{сл} = 4.9 \times 10^6$ Па с/м; б) $z_{сл} = 3 \times 10^6$ Па с/м; в) без слоя, но с демпфером: $z_{д} = 6 \times 10^6$ Па с/м. По оси абсцисс отложено количество полупериодов T резонансной частоты пьезопластины, по оси ординат – нормированные на 1 значения $\xi(T)$. Акустической

нагрузкой излучателя является вода. Длительность $T_{и}$ импульса на уровне 0.1 от максимума составила: а) $T_{и} = 9$; б) $T_{и} = 7$; в) $T_{и} = 6$. Несмотря на то, что относительная полоса пропускания в слу-

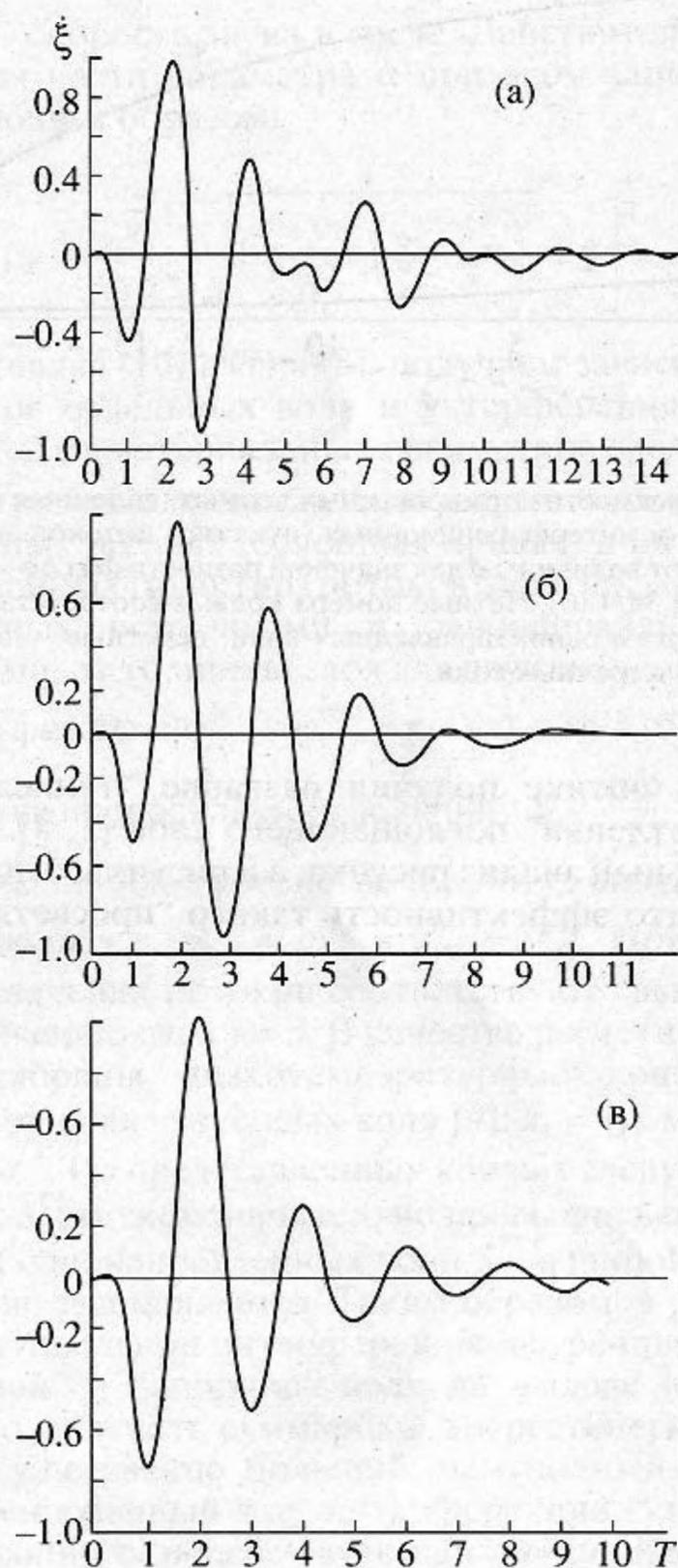


Рисунок.

чаях б) и в) составляет 33% против 53% в случае а), длительности импульсов оказались короче на 2 и 3 полупериода соответственно. Причем слой и демпфер дали примерно одинаковые результаты, что указывает на более эффективное использование согласующего слоя. Возможно, фазовые соотношения в случае б) оказываются более благоприятными для передачи импульса, чем в случае двугорбой АЧХ.

Расчеты также показали, что при работе двух преобразователей в составе системы излучатель-приемник при тех же параметрах согласующих слоев длительность импульса на выходе тракта составляет 11 полупериодов при $z_{\text{сл}} = 4.9 \times 10^6$ Па с/м и 8 полупериодов при $z_{\text{сл}} = 3 \times 10^6$ Па с/м. Это также подтверждает преимущество использования согласующего слоя с меньшим удельным акустическим сопротивлением, чем у слоя, дающего максимальную полосу пропускания.

Таким образом, на основании расчетов можно сделать вывод, что критерии оптимальности выбора параметров согласующего слоя могут быть различными в зависимости от поставленной задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sato Masahiro, Yoshida Yasuo*. Переходные характеристики пьезоэлектрических преобразователей, возбуждаемых короткими импульсами напряжения. *Nihon onkyo gakkaiishi // J. Acoust. Soc. Jap.* 1997. V. 53. № 11. P. 857–863.
2. *Holé Stéphane, Lewiner Jacques*. Single transducer generation of unipolar pressure waves // *Appl. Phys. Lett.* 1996. V. 69. № 21. P. 3167–3169.
3. *Коновалов С.И., Кузьменко А.Г.* Сравнение возможностей механического демпфирования преобразователей и использования согласующих слоев для получения коротких импульсов // *Акуст. журн.* 1998. Т. 44. № 1. С. 119–120.